

# توازن جسم صلب خاضع لقوتين

*Equilibre d'un corps solide soumis à deux forces*

## الدرس



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
 وَالصَّلَاةِ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ  
 الجذع المشترك  
 الفيزياء-جزء الميكانيك

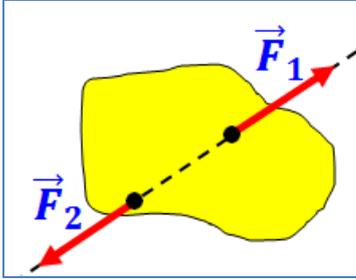
المحور الثالث :  
 توازن جسم صلب

الوحدة 5  
 3 س

## توازن جسم صلب خاضع لقوتين

### Equilibre d'un corps solide soumis à deux forces

#### 1- تذكير بشروطي توازن جسم صلب خاضع لقوتين :



عندما يكون جسم صلب في توازن تحت تأثير قوتين  $\vec{F}_1$  و  $\vec{F}_2$  فإن :  
 ⊕ المجموع المتجهي للقوتين منعدم  $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$  ، وهذا الشرط لازم لسكون مركز قصوره .  
 ⊕ للقوتين نفس خط التأثير ، وهذا الشرط ضروري لغياب دوران الجسم في حالة تحقيق الشرط الأول .

#### ملحوظة :

⊕ هذان الشرطان لازمان للحصول على توازن جسم صلب خاضع لقوتين ، لكنهما غير كافيين إذ يمكن أن يتحقق الشرطان ويكون مركز قصور الجسم الصلب في حركة مستقيمة منتظمة طبقاً لمبدأ القصور .

⊕ لدراسة توازن جسم صلب (S) يجب :

✍ تحديد المجموعة المدروسة .

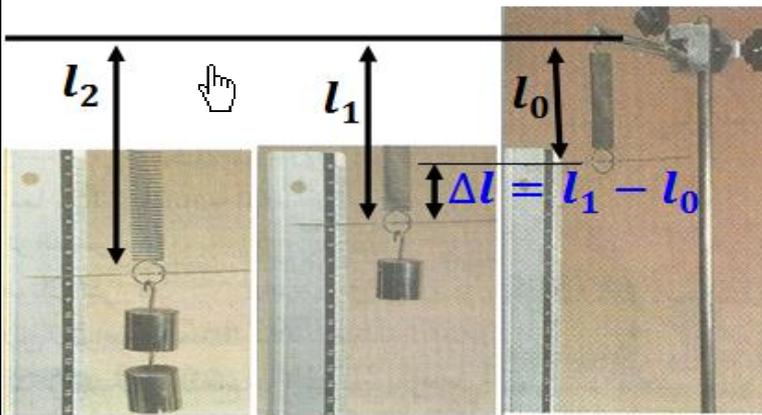
✍ جرد القوى المطبقة على المجموعة المدروسة .

✍ تطبيق شرطي التوازن .

#### 2- القوة المطبقة من طرف النابض :

##### 1-2- نشاط :

نربط أحد طرفي نابض ذي لفات غير متصلة وكتلة مهملة بحامل ، بحيث تشير المشيرة إلى التدرج صفر لمسطرة رأسية مدرجة وهو يوافق الطول البدئي  $l_0$  للنابض . نعلق بالطرف الآخر للنابض كتلة معلمة (S) ذات كتلة  $m$  ونقيس في كل مرة الطول النهائي  $l$  للنابض فنحصل على النتائج التالية :



40	35	30	25	20	15	10	5	0	$m(g)$
13,9	13,4	12,9	12,5	12,0	11,5	10,9	10,5	10,0	$l(cm)$
0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0	$T(N)$
3,9	3,4	2,9	2,5	2,0	1,5	0,9	0,5	0	$\Delta l(cm)$

أ- بدراسة توازن الكتلة المعلمة (S) المعلقة في طرف النابض ، استنتج العلاقة بين  $P$  شدة وزن الجسم الصلب و  $T$  شدة توتر النابض .

المجموعة المدروسة : { الكتلة المعلمة (S) } .

جرد القوى :  $\vec{P}$  وزنها و  $\vec{T}$  توتر النابض .

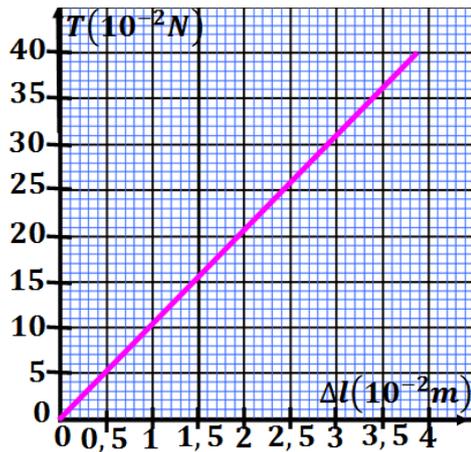
الكتلة المعلمة (S) في توازن ، إذن  $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$  أي  $\vec{T} = -\vec{P}$  وبالتالي  $T = P = mg$  .

ب- حدد الطول البدئي  $l_0$  للنابض وأتمم ملاء الجدول . بحيث عند تطبيق قوى مختلفة على النابض يتغير

طوله نسبي الفرق بين الطول النهائي  $l$  و الطول البدئي  $l_0$  إطالة النابض هي  $\Delta l = |l - l_0|$  .

نعطي  $g = 10N.kg^{-1}$  .

من خلال الجدول نجد أن  $l_0 = 10,0 cm$  .



ج- مثل تغيرات  $T$  بدلالة  $\Delta l$  .  
انظر جانبه .

د- أوجد العلاقة بين شدة توتر النابض  $T$  و إطالة النابض  $\Delta l$  .  
منحنى تغيرات  $T$  بدلالة  $\Delta l$  عبارة عن دالة خطية تكتب على شكل  
 $T = K \cdot \Delta l$  حيث  $K$  يمثل المعامل الموجه للمستقيم مع

$$K = \frac{T}{\Delta l} = \frac{0,05}{0,005} = 10N \cdot m^{-1}$$

ه- علام نحصل عند استبدال تدريج المسطرة بالنيوتن بدل السننيمتر ؟  
نحصل على دينامومتر بتدريج المسطرة المقرونة بالنابض بالنيوتن .

### 2-2- توازن جسم صلب معلق بنابض :

ندرس توازن جسم صلب (S) كتلته معلق بنابض ذي لفات غير متصلة و كتلته مهملة .

المجموعة المدروسة : { الكتلة المعلمة (S) } .

جهد القوى :  $\vec{P}$  وزنها و  $\vec{T}$  توتر النابض .

الجسم (S) في توازن إذن  $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$  أي  $\vec{T} = -\vec{P}$  وبالتالي  $T = P = mg$  .

### 2-3- العلاقة بين توتر النابض وإطالته :

عندما نمثل الدالة  $T = (\Delta l)$  نحصل على خط مستقيمي يمر من أصل المحورين . فنستنتج أن توتر النابض  $T$  يتناسب اطرادا مع إطالته  $\Delta l = |l - l_0|$  و يعبر عن هذا التناسب بالعلاقة التالية :

$T = K \cdot \Delta l$  حيث  $K$  صلابة النابض و هو مقدار يميز النابض و يعبر عنه بالوحدة  $N \cdot m^{-1}$  .

نحدد قيمة  $K$  مبيانيا و تساوي قيمة المعامل الموجه للمستقيم .

تبقى العلاقة  $T = K \cdot \Delta l$  صالحة عندما يكون النابض مطالا  $\Delta l = l - l_0 > 0$  أو مكبسا

$\Delta l = l_0 - l > 0$  . يسعى النابض إلى الرجوع إلى شكله الأصلي بتطبيق قوة تصنف بأنها قوة ارتداد .

اعتمادا على المنحنى  $T = f(\Delta l)$  نحصل على دينامومتر و ذلك بتدريج المسطرة المقرونة بالنابض بالنيوتن .

### 3- دافعة أرخميدس :

#### 1-3- الكتلة الحجمية :

الكتلة الحجمية لجسم مائع ( سائل أو غاز ) هي خارج قسمة كتلة كمية من المائع على الحجم الموافق لها :

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{kg}{m^3} \leftarrow \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{kg}{m^3}$$

#### 2-3- نشاط :

■ نضع قطعة (S) من خشب على شكل متوازي المستطيلات في حوض به

ماء ، فنلاحظ أنها تطفو على سطح الماء وهي في توازن .

أ- اوجد القوى المطبقة على القطعة (S) ( نهمل تأثير الهواء ) .

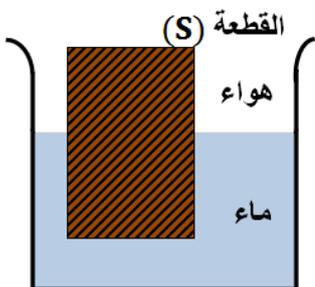
المجموعة المدروسة : { القطعة (S) } .

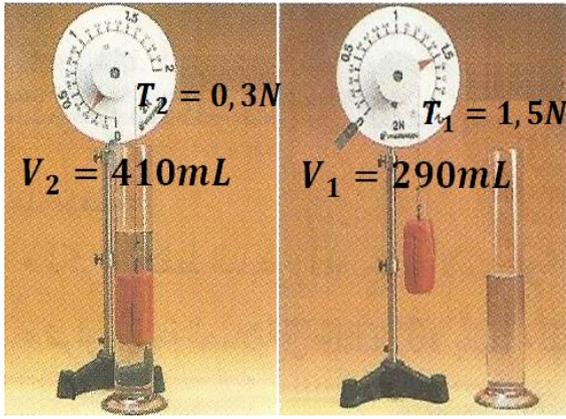
جهد القوى :  $\vec{P}$  وزنها و  $\vec{F}_a$  دافعة أرخميدس .

ب- حدد اتجاه ومنحنى دافعة أرخميدس ( القوى المطبقة من طرف الماء ) .

القطعة (S) في توازن إذن  $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0}$  أي  $\vec{F}_a = -\vec{P}$  وبالتالي اتجاه  $\vec{F}_a$  رأسي

ومنحنى  $\vec{F}_a$  نحو الأعلى .





■ نعلق قطعة عجينة مطاوع (S) بواسطة خيط في دينامومتر .

أ- قس وزن قطعة عجينة مطاوع (S) بواسطة دينامومتر .

المجموعة المدروسة : { قطعة عجينة مطاوع (S) } .

جهد القوى :  $\vec{P}$  وزنها و  $\vec{T}_1$  توتر الخيط .

القطعة (S) في توازن إذن  $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{T}_1 = \vec{0}$

أي  $\vec{P} = -\vec{T}_1$  وبالتالي  $P = T_1 = 1,5N$

ب- نغمر القطعة (S) المعلقة بالدينامومتر كلياً في الماء دون أن تلمس جوانب وقعر المخبار ، قس حجم الماء المزاح .

حجم الماء المزاح من طرف القطعة (S) هو  $V = V_2 - V_1 = 410 - 290 = 120mL$

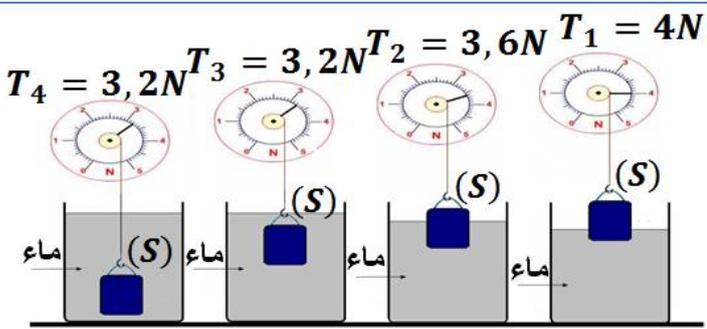
ج- اعتماداً على إشارتي الدينامومتر ، استنتج شدة دافعة أرخميدس .

شدة دافعة أرخميدس هي :  $F_a = T_1 - T_2 = 1,5 - 0,3 = 1,2N$

د- قارن شدة دافعة أرخميدس مع شدة وزن الماء المزاح . مع  $\rho = 1g.mL^{-1}$  و  $g = 9,8N.kg^{-1}$

وزن الماء المزاح هو :  $P_L = m.g = \rho.V.g = 1 \times 120.10^{-3} \times 9,8 = 1,18N$

نلاحظ أن  $F_a \approx P_L = \rho.V.g$



■ نغمر جسماً (S) معلقاً بدينامومتر جزئياً ثم

كلياً في كأس تحتوي على ماء ونسجل

القيم التي يشير إليها الدينامومتر .

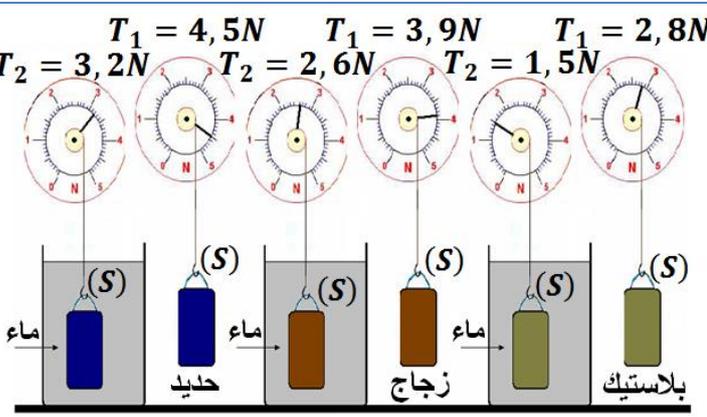
أ- ماذا تلاحظ؟ وماذا تستنتج؟

نلاحظ تناقص القيمة التي يشير إليها الدينامومتر

كلما ازداد الحجم المغمور من الجسم (S) .

فنستنتج أن شدة دافعة أرخميدس تزداد كلما ازداد

الحجم المغمور من الجسم .



■ نأخذ أجساماً من مواد مختلفة ولها نفس

الحجم ، ثم نسجل القيم التي يشير إليها

الدينامومتر عندما يكون الجسم (S) في

الهواء وعندما يكون مغموراً كلياً في نفس

السائل (الماء) .

أ- هل تغيرت شدة دافعة أرخميدس بتغير المادة

المكونة للجسم المغمور؟ وماذا تستنتج؟

نلاحظ أن شدة دافعة أرخميدس لم تتغير بتغير مادة

الجسم  $F_a = T_1 - T_2 = 1,3N$  . فنستنتج

أن شدة دافعة أرخميدس لا تتعلق بطبيعة الجسم .

■ نغمر نفس الجسم بالتتابع ، في سوائل

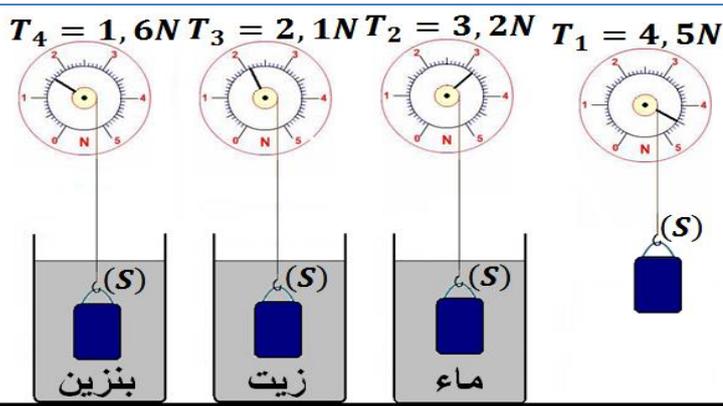
مختلفة .

أ- ماذا تلاحظ؟ وماذا تستنتج؟

نلاحظ أن شدة دافعة أرخميدس تتغير بتغير

طبيعة السائل . فنستنتج أن شدة دافعة أرخميدس

تتعلق بطبيعة المائع أي كتلته الحجمية .



### 3-3- دافعة أرخميدس :

تسمى قوة التماس الموزعة المطبقة من **طرف مانع** (سائل أو غاز) على الأجسام المغمورة فيه **كلياً** أو **جزئياً بدافعة أرخميدس**. وتتعلق شدتها **بحجم الجزء المغمور** من الجسم و **بطبيعة المائع** و تساوي شدتها **شدة وزن المائع المزاح**.

#### مميزات دافعة أرخميدس :

✚ **نقطة التأثير** : مركز الدفع أي مركز ثقل المائع المزاح .

✚ **خط التأثير**: المستقيم الرأسى المار من مركز الدفع .

✚ **المنحى** : من الأسفل نحو الأعلى .

✚ **الشدة** :  $F_a = \rho \cdot V \cdot g$

مع:

$\rho$  : الكتلة الحجمية للمائع وحدتها  $kg \cdot m^{-3}$  .

$V$  : حجم الجزء المغمور من الجسم في المائع و يساوي حجم المائع المزاح وحدته  $m^3$  .

$g$  : شدة الثقالة وحدتها  $N \cdot kg^{-1}$  .

